

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-319311

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-138434

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 11.05.2000

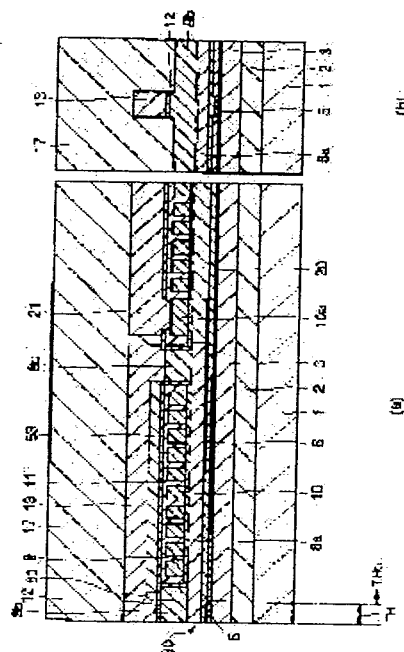
(72)Inventor : UEJIMA SATOSHI

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin-film magnetic head capable of improving an electromagnetic conversion characteristics, and its manufacturing method.

SOLUTION: A recording gap layer 12 is formed on a lower magnetic layer 8. On the recording gap layer 12, the step part 58 of a nonmagnetic material having the end surface 59 of an ABS surface 30 side formed nearly perpendicularly is formed. A gap part 60 is formed in the end surface 59. On the recording gap layer 12, the gap part 60 and the step part 58, an upper magnetic pole part 13 magnetically connected to a lower magnetic pole layer 8 to constitute a closed magnetic path is formed. In addition, a thin-film coil 10 is formed through an insulating layer 11 between the upper and lower magnetic pole layers 8 and 13. In the side of the upper magnetic pole layer 13 facing the gap part 60, a slope is formed to connect the recording gap layer 12 surface with the step part 58.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.**
- 2. **** shows the word which can not be translated.**
- 3. In the drawings, any words are not translated.**

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film magnetic head characterized by providing the following. The lower magnetic pole layer which has one magnetic pole in a ABS side side. The gap layer formed on aforementioned one magnetic pole at least. The level difference section of the non-magnetic material by which it was formed on the aforementioned gap layer and the end face by the side of the aforementioned ABS side was mostly formed in the perpendicular. The thin film coil prepared through an insulating layer between the up magnetic pole layer which has aforementioned one magnetic pole and the magnetic pole of another side which counters, is formed at least on the aforementioned gap layer, the aforementioned opening section, and the aforementioned level difference section, is magnetically connected with the aforementioned lower magnetic pole layer, and constitutes a closed magnetic circuit, and the aforementioned vertical magnetic pole layer through the opening section formed in the aforementioned end face, and the aforementioned gap layer.

[Claim 2] It is the thin film magnetic head characterized by being the thin film magnetic head according to claim 1, and specifying slow height in the aforementioned ABS side side edge section of the aforementioned opening section.

[Claim 3] It is the thin film magnetic head characterized by being the thin film magnetic head according to claim 1 or 2, and locating the aforementioned ABS side side edge section of the aforementioned opening section in the aforementioned ABS side side from the aforementioned ABS side of the magnetic pole of aforementioned another side, and the edge of an opposite side.

[Claim 4] The side which is the thin film magnetic head given in a claim 1 or any 1 term of 3, and faces the aforementioned opening section of the aforementioned up magnetic pole layer is the thin film magnetic head characterized by having the inclined plane which connects the aforementioned gap layer front face and the aforementioned level difference section.

[Claim 5] The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by providing the following. The process which forms on a substrate the lower magnetic pole layer which has one magnetic pole in a ABS side side. The process which forms a gap layer on the aforementioned lower magnetic pole layer. The process which forms the level difference section of the non-magnetic material from which the end face by the side of the aforementioned ABS side becomes a perpendicular mostly on the aforementioned gap layer. The process which forms the seed layer for plating processing, and the process which exposes and carries out patterning with the light exposure with which a positive resist is applied to the whole surface and the aforementioned resist remains in the aforementioned end face, Plating processing is carried out using as a mask the resist pattern with which the aforementioned resist was left behind to the aforementioned end face. The process which forms the up magnetic

pole layer which has aforementioned one magnetic pole and the magnetic pole of another side which counters through the aforementioned gap layer, is magnetically connected with the aforementioned lower magnetic pole layer, and constitutes a closed magnetic circuit. The process which removes the aforementioned resist pattern and its lower layer aforementioned seed layer, and forms the opening section by the aforementioned up magnetic pole layer, the aforementioned gap layer, and the aforementioned end face, and the process which forms a thin film coil through an insulating layer between the aforementioned vertical magnetic pole layers.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the thin film magnetic head equipped with the induction-type magnetic-recording head, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The compound-die thin film magnetic head equipped with the magnetic-reluctance (Magnetoresistive;MR) head used for data reproduction and the induction-type magnetic head used for data logging as the magnetic head of a magnetic disk unit is used.

[0003] The MR head has the AMR element which used the anisotropy magnetic-reluctance (Anisotropic Magnetoresistive;AMR) effect, the GMR element using the huge magnetic-reluctance (Giant MagnetoResistive;GMR) effect, or the TMR element using the tunnel junction film (Tunneling Magnetoresistive;TMR) in which the magnetoresistance effect is shown further. A TMR element is used for a GMR element and a pan from the AMR element as the field recording density of a magnetic-recording medium becomes high.

[0004] There is optimization of MR height as one factor which determines the performance of these MR heads. MR height is the height of MR element from the pneumatic bearing (Air Bearing Surface:ABS) side side edge section which counters the magnetic-recording side of a magnetic-recording medium to the edge of an opposite side, and depends for this height on the amount of polishes of the ABS side in a head manufacturing process.

[0005] The induction-type magnetic head realizes the ring structure which has a narrow gap according to a semiconductor process, and a laminating is carried out through an insulator layer, and it has the vertical magnetic pole layer which has a gap (write gap) and forms a closed magnetic circuit in a ABS side side, and the thin film coil formed into the insulator layer between vertical magnetic poles. Head material is magnetized to high flux density by the record current passed in a thin film coil, a predetermined leakage magnetic field is formed on a gap, and data are recorded.

[0006] There is optimization of throat height (ThroatHeight:TH) as one factor which determines the performance of the induction-type magnetic head. Throat height is the height of the magnetic pole from a ABS side to the above-mentioned insulator layer edge, and depends also for this height on the amount of polishes of the ABS side in a head manufacturing process. In order to raise the head efficiency of a recording head, it is necessary to shorten throat height as much as possible.

[0007] In order to raise recording density, it is necessary to make track density of a magnetic-recording medium high. Therefore, it is necessary to realize the recording head which narrowed the magnetic pole width of face and gap width of face in a ABS

side, and semiconductor processing technology is used.

[0008] The above-mentioned compound-die thin film magnetic head is manufactured like for example, a sputtering process, a photolithography process, and a frame plater through two or more manufacturing processes, such as an etching process and a polish process. Hereafter, it explains briefly using the thin film magnetic head which has the so-called step gap structure as an example of the manufacture method of the thin film magnetic head.

[0009] First, the aluminum₂O₃TiC (ARUTIKKU) substrate which is excellent in abrasion resistance with a high degree of hardness is used. This substrate itself functions as the magnetic head being completed as a main part of a slider of the magnetic head. The substrate which is excellent in abrasion resistance with a high degree of hardness is used for obtaining exact MR height and throat height, in order to secure the surfacing precision of a head. Now, for example, the chromium film which is excellent in adhesion is formed by sputtering etc. on an ARUTIKKU substrate. Subsequently, the lower shield layer which consists of a permalloy, for example is formed. Subsequently, MR element pinched by the insulator layer on the lower shield layer is formed.

[0010] Next, the up shield layer which consists of a permalloy etc. is formed. Thereby, the MR head for reproduction is completed. The up shield layer serves as the lower magnetic pole layer of the induction-type magnetic head for record. Next, the thin film coil which consists of copper etc. through an insulator layer is formed by the frame galvanizing method etc. on a lower magnetic pole layer.

[0011] Subsequently, since flattening of the thin film coil is embedded and carried out by the insulator layer, a record gap layer is formed in the upper layer. From formation of a record gap layer to formation of an up magnetic pole layer is briefly explained using drawing 9 and drawing 10. In drawing 9 and drawing 10, (A) is a cross section perpendicular to a ABS side, and shows the cross section cut by the A-A line of (B). (B) -- a ABS side near [a part of] -- the flat surface is shown First, as shown in drawing 9 (a), the end face 159 by the side of a ABS side (refer to drawing 10 (c)) forms the level difference section (step gap) 158 of the non-magnetic material which becomes a perpendicular mostly on the record gap layer 112.

[0012] Next, as shown in drawing 9 (b), after forming the seed layer 151 for plating processing, as shown in drawing 9 (c), patterning of the positive resist 152 is applied and carried out to the whole surface, and the resist frame 153 is formed in it (refer to drawing 10 (a)). Next, as shown in drawing 10 (b), the plating film which uses the frame galvanizing method for a mold, for example, consists the formed resist frame 153 of a permalloy is formed, subsequently the resist frame 153 is removed and the up magnetic pole layer 113 is formed (refer to drawing 10 (c)).

[0013] Hereafter, although illustration is omitted, patterning of the record gap layer is carried out by *****ing the up magnetic pole layer 113 by the side of a ABS side on a mask. An up magnetic pole layer is formed so that it may connect with a lower magnetic pole layer magnetically on both sides of a coil by the opposite side of a record gap layer and a closed magnetic circuit may be constituted. A protective coat is formed in the up magnetic pole layer upper layer, and a membrane formation process is completed.

[0014] Next, an ARUTIKKU substrate is cut to the cylindrical substrate containing dozens of heads. The ABS forming face of these cylindrical substrates is ground, and throat height **** with a height of about several micrometers is performed. [0015] which cuts a cylindrical substrate and two or more thin film magnetic heads complete after forming a ABS side

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, the thin film magnetic head of step gap structure forms the level difference section 158 of the non-magnetic material by which the end face 159 by the side of a ABS side was mostly formed in the perpendicular on

the record gap layer 112, as shown in drawing 10 (c). By making it step gap structure, the up magnetic pole layer 113 can be formed on the flattest possible field.

[0016] Moreover, according to step gap structure, throat height is specified as height from the ABS side to the end face 159 of the level difference section 158. Here, the position of the end face 159 of the level difference section 158 turns into a throat height zero (TH0) position. Therefore, the interval between a non-illustrated lower magnetic pole layer and the up magnetic pole layer 113 is a fixed interval equal to the thickness of the record gap layer 112 up to a throat height zero position from the ABS side, and becomes large rapidly by the opposite side of a throat height zero position (namely, position of an end face 159) to a ABS side.

[0017] However, with the structure where the interval between a lower magnetic pole layer and an up magnetic pole layer changes rapidly near the throat height zero position in this way, the flow of the magnetic flux which goes to a record gap layer through a magnetic pole layer changes rapidly near the throat height zero position. a throat height zero position near [therefore,] -- magnetic flux -- being saturated -- the electromagnetism of the thin film magnetic head -- the problem that the transfer characteristic will deteriorate arises electromagnetism -- the transfer characteristics are an over-writing property in the case of specifically carrying out overwrite of the data to the field already written in in data on the record medium, a nonlinear transition shift (Non-linear Transition Shift;NLTS), etc.

[0018] the purpose of this invention -- electromagnetism -- it is in offering the thin film magnetic head which can raise the transfer characteristic, and its manufacture method

[0019]

[Means for Solving the Problem] The lower magnetic pole layer to which the above-mentioned purpose has one magnetic pole in a ABS side side, and the gap layer formed on aforementioned one magnetic pole at least, The level difference section of the non-magnetic material by which it was formed on the aforementioned gap layer and the end face by the side of the aforementioned ABS side was mostly formed in the perpendicular, It has aforementioned one magnetic pole and the magnetic pole of another side which counters through the aforementioned gap layer with the opening section formed in the aforementioned end face. The up magnetic pole layer which is formed at least on the aforementioned gap layer, the aforementioned opening section, and the aforementioned level difference section, is magnetically connected with the aforementioned lower magnetic pole layer, and constitutes a closed magnetic circuit, It is attained by the thin film magnetic head characterized by having the thin film coil prepared through the insulating layer between the aforementioned vertical magnetic pole layers.

[0020] It is the thin film magnetic head of the above-mentioned this invention, and slow height is characterized by what is prescribed by the aforementioned ABS side side edge section of the aforementioned opening section. Moreover, the aforementioned ABS side side edge section of the aforementioned opening section is characterized by being located in the aforementioned ABS side side from the aforementioned ABS side of the magnetic pole of aforementioned another side, and the edge of an opposite side. Moreover, it is the thin film magnetic head of the above-mentioned this invention, and the side which faces the aforementioned opening section of the aforementioned up magnetic pole layer is characterized by having the inclined plane which connects the aforementioned gap layer front face and the aforementioned level difference section.

[0021] Moreover, the process which forms on a substrate the lower magnetic pole layer to which the above-mentioned purpose has one magnetic pole in a ABS side side, The process which forms a gap layer on the aforementioned lower magnetic pole layer, and the process which forms the level difference section of the non-magnetic material from

which the end face by the side of the aforementioned ABS side becomes a perpendicular mostly on the aforementioned gap layer, The process which forms the seed layer for plating processing, and the process which exposes and carries out patterning with the light exposure with which a positive resist is applied to the whole surface and the aforementioned resist remains in the aforementioned end face, Plating processing is carried out using as a mask the resist pattern with which the aforementioned resist was left behind to the aforementioned end face. The process which forms the up magnetic pole layer which has aforementioned one magnetic pole and the magnetic pole of another side which counters through the aforementioned gap layer, is magnetically connected with the aforementioned lower magnetic pole layer, and constitutes a closed magnetic circuit, The process which removes the aforementioned resist pattern and its lower layer aforementioned seed layer, and forms the opening section by the aforementioned up magnetic pole layer, the aforementioned gap layer, and the aforementioned end face, It is attained by the manufacture method of the thin film magnetic head characterized by having the process which forms a thin film coil through an insulating layer between the aforementioned vertical magnetic pole layers.

[0022]

[Embodiments of the Invention] The thin film magnetic head by the gestalt and its manufacture method of 1 operation of this invention are explained using drawing 1 or drawing 8 . First, the thin film magnetic head by the gestalt and its manufacture method of this operation are explained using drawing 1 or drawing 6 . In addition, in drawing 1 or drawing 6 , (a) shows a cross section perpendicular to a ABS side, and (b) shows the cross section parallel to the ABS side of a magnetic pole portion.

[0023] First, the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the form of this operation deposits the insulating layer 2 which consists of an alumina (aluminum 2O3) at the thickness of about 5 micrometers for example, on the aluminum 2O3 ARUTIKKU substrate 1 which consists of TiC, as shown in drawing 1 . Next, the lower shield layer 3 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on an insulating layer 2 at the thickness of about 3 micrometers. The lower shield layer 3 uses for example, a photoresist film as a mask, and forms it alternatively on an insulating layer 2 by the galvanizing method. Next, it grinds until it forms in the thickness of 4-5 micrometers the insulating layer (not shown) which consists of an alumina all over a substrate, for example, the lower shield layer 3 is exposed with CMP (chemical mechanical-polishing method), and flattening processing of the front face is carried out.

[0024] Next, as shown in drawing 2 , the lower shield gap film 4 as an insulator layer is formed on the lower shield layer 3 by the thickness of about 20-40nm. Next, the MR element 5 for reproduction is formed on the lower shield gap film 4 at the thickness of dozens of nm. The MR element 5 forms MR film formed by the spatter by *****ing alternatively.

[0025] Next, the electrode layer 6 of a couple which connects with the MR element 5 electrically is formed by the thickness of dozens of nm on the lower shield gap film 4. Next, an insulator layer with a thickness of about 20-40nm is formed on the lower shield gap film 4 and the MR element 5 as an up shield gap film 7, and the MR element 5 is laid underground in the shield gap film 4 and 7. As an insulating material used for the shield gap films 4 and 7, there are an alumina, aluminum nitride, diamond-like carbon (DLC), etc. Moreover, the shield gap films 4 and 7 may be formed by the spatter, and may be formed by the chemical vapor-growth (CVD) method. In forming the shield gap films 4 and 7 which consist of an alumina film by CVD, as a material, it uses a trimethylaluminum (aluminum 3 (CH3)) and H2O. If CVD is used, it is thinly precise and the few shield gap films 4 and 7 of a pinhole can be formed.

[0026] Next, it consists of a magnetic material with a thickness of about 1.0-1.5 micrometers, and 1st partial 8a of the lower [an up shield layer-cum-] magnetic pole layer (henceforth a lower magnetic pole layer) 8 used for the both sides of the reproducing head and a recording head is alternatively formed on the up shield gap film 7. In addition, the lower magnetic pole layer 8 consists of the 1st partial 8a, and the 2nd partial 8b and 3rd partial 8c which are mentioned later. 1st partial 8a of the lower magnetic pole layer 8 is arranged in the position where the thin film coil mentioned later counters in part at least.

[0027] Next, the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are formed on 1st [of the lower magnetic pole layer 8] partial 8a at the thickness of about 1.5-2.5 micrometers. 2nd partial 8b is connected to the near (it sets to drawing and is the bottom) field in which the magnetic pole portion of the lower magnetic pole layer 8 is formed in, and the thin film coil of 1st partial 8a is formed. 3rd partial 8c is a portion for connecting 1st partial 8a and the up magnetic pole layer mentioned later.

[0028] The 1st partial 8a of the lower magnetic pole layer 8, the 2nd partial 8b, and 3rd partial 8c may be formed by the galvanizing method using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, and may be formed by the spatter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material.

[0029] Next, as shown in drawing 3 , the insulator layer 9 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 0.3-0.6 micrometers. Next, patterning of the photoresist is carried out according to a photolithography process, and the resist frame 19 for forming a thin film coil by the frame galvanizing method is formed. Next, the thin film coil 10 which consists of copper (Cu) is formed by the frame galvanizing method using the resist frame 19 by the thickness of about 1.0-2.0 micrometers, and the 1.2-2.0-micrometer coil pitch. Next, the resist frame 19 is removed. In addition, connection 10a is used in order to connect with the conductive layer (lead) which mentions the thin film coil 10 later.

[0030] Next, as shown in drawing 4 , the insulating layer 11 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3-4 micrometers. Next, an insulating layer 11 is ground and flattening processing of the front face is carried out until the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are exposed with CMP, for example. Although the thin film coil 10 is not exposed, you may make it exposed [the thin film coil 10] by drawing 4 here.

[0031] Next, the record gap layer 12 which consists of an insulating material is formed at the thickness of 0.2-0.3 micrometers on the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c which were exposed, and an insulating layer 11. Generally as an insulating material used for the record gap layer 12, there are an alumina, aluminum nitride, silicon oxide system material, silicon nitride system material, diamond-like carbon (DLC), etc. Moreover, the record gap layer 12 may be formed by the spatter, and may be formed by CVD. In forming the record gap layer 12 which consists of an alumina film by CVD, as a material, it uses a trimethylaluminum (aluminum3 (CH₃)) and H₂O. If CVD is used, it is thinly precise and the few record gap layer 12 of a pinhole can be formed.

[0032] Next, for closed magnetic circuit formation, on 3rd [of the lower magnetic pole layer 8] partial 8c, the record gap layer 12 is *****ed partially and a contact hole is formed. Moreover, in the portion on connection 10a of the thin film coil 10, the record gap layer 12 and an insulating layer 11 are *****ed partially, and a contact hole is formed.

[0033] Next, as shown in drawing 5 , the level difference section 58 which has the end face 59 which rises high over a perpendicular mostly by the ABS side 30 side, and consists of non-magnetic material with a thickness of about 0.5 micrometers is formed on the record gap layer 12. In this example, the level difference section 58 is formed just before 3rd partial 8c from the end face 59 which is in predetermined distance from the ABS side 30 side.

[0034] Next, the opening section 60 which adjoins an end face 59 on the record gap layer 12 is formed. Formation of the opening section 60 is later explained in full detail using a drawing.

[0035] Next, while applying on 3rd [of the lower magnetic pole layer 8] partial 8c from the ABS side 30 and forming the up magnetic pole layer 13 in the thickness of about 2.0-3.0 micrometers, a conductive layer 21 is formed in the thickness of about 2.0-3.0 micrometers so that it may connect with connection 10a of the thin film coil 10. Through the contact hole formed on 3rd [of the lower magnetic pole layer 8] partial 8c, it connects with 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8, and the up magnetic pole layer 13 is connected magnetically.

[0036] As mentioned above, the opening section 60 forms the opening in the position which is distant from the ABS side 30 by the end face 59 of the up magnetic pole layer 13, the record gap layer 12, and the level difference section 58. Throat height is specified by the edge by the side of the ABS side 30 of the opening section 60. For this reason, the edge by the side of the ABS side 30 of the opening section 60 is formed in the position by the side of the ABS side 30 rather than the edge of an opposite side in the ABS side 30 of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8. The side which faces the opening section 60 of the up magnetic pole layer 13 has the inclined plane which connects record gap layer 12 front face and the level difference section 58. This inclined plane is formed the shape of a straight line, and in the shape of a curve, and is formed in a configuration which makes a part of cylinder side centering on a shaft [parallel to the ABS side 30 and] parallel to the record gap layer 12 preferably.

[0037] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, the up magnetic pole layer 13 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for the up magnetic pole layer 13 because of an improvement of a RF property.

[0038] Next, the record gap layer 12 is alternatively *****ed by dry etching by using the up magnetic pole layer 13 as a mask. Reactive ion etching (RIE) which used the chlorine-based gas of BCl₂ and Cl₂ grade, the fluorine system gas of CF₄ and SF₆ grade, etc. is used for the dry etching at this time. Next, the trim structure where about 0.3-0.6 micrometers *****s alternatively, and 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 is shown in drawing 5 (b), for example by argon ion milling is formed. According to this trim structure, the increase in the efficiency-width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a ** truck can be prevented.

[0039] Next, as shown in drawing 6 , after forming in the thickness of 20-40 micrometers the overcoat layer 17 which consists of an alumina all over a substrate, flattening is carried out, and the non-illustrated pad for electrodes is formed on it. Polish processing of the slider which finally contains above-mentioned each class is performed, the ABS side 30 of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film

magnetic head is completed.

[0040] Here, the composition of the thin film magnetic head by the gestalt of this operation is explained using drawing 6. The thin film magnetic head by this operation gestalt has the lower magnetic layer 8 which has one magnetic pole in the ABS side 30 side, and the record gap layer 12 formed on one magnetic pole. Furthermore, it is formed on the record gap layer 12, and the end face 59 by the side of the ABS side 30 has the level difference section 58 of the non-magnetic material mostly formed in the perpendicular.

[0041] And the opening section 60 is formed in the end face 59. On the record gap layer 12, the opening section 60, and the level difference section 58, it has one magnetic pole and the magnetic pole of another side which counters through the record gap layer 12, and the up magnetic pole layer 13 which is magnetically connected with the lower magnetic pole layer 8, and constitutes a closed magnetic circuit is formed. Moreover, between the vertical magnetic pole layer 8 and 13, the thin film coil 10 is formed through the insulating layer 11.

[0042] In drawing 6, Sign TH shows throat height and TH0 shows the throat height zero position. TH0 is prescribed in this operation gestalt by the 30th page side edge section of ABS of the opening section 60. The edge by the side of the ABS side 30 of the opening section 60 is arranged rather than the edge of an opposite side in the position by the side of the ABS side 30 in the ABS side 30 of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8. Moreover, the side which faces the opening section 60 of the up magnetic pole layer 13 has the inclined plane which connects record gap layer 12 front face and the level difference section 58.

[0043] Next, the formation method of the opening section 60 and the up magnetic pole layer 13 is explained using drawing 7 and drawing 8. In drawing 7 and drawing 8, (A) is a cross section perpendicular to a ABS side, and shows the cross section cut by the A-A line of (B). (B) -- a ABS side near [a part of] -- the flat surface is shown

[0044] First, the level difference section 58 which is from the non-magnetic material with a thickness of about 0.5 micrometers which has the end face 59 which rises high over a perpendicular mostly on the ABS side (refer to drawing 8 (c) and (B)) side formed in the lower part side of the plan shown in (B) of drawing 7 (a) is formed on the record gap layer 12. Next, as shown in drawing 7 (b), the seed layer 51 for plating (electrode layer) is formed on the record gap layer 12 and the level difference section 58.

[0045] Next, as shown in drawing 7 (c), the resist layer 52 of a positive type is formed on the seed layer 51. Next, the resist layer 52 is exposed using a photo mask M. The photo mask M has the shading pattern corresponding to the configuration of the resist frame for forming the up magnetic pole layer 13 by the frame galvanizing method. At this time, light exposure is adjusted and exposed so that a resist layer may remain in the end face 59 of the level difference section 58.

[0046] After exposure of the resist layer 52, negatives are developed, and as shown in drawing 8 (a), while forming the resist frame 53 on the seed layer 51, the resist residual section 55 is formed in the position corresponding to the opening section on the seed layer 51 of the end face 59 of the level difference section 58. The resist residual section 55 is formed so that the edge by the side of a ABS side may be arranged in the throat height zero position TH0.

[0047] Next, as shown in drawing 8 (b), the up magnetic pole layer 13 is formed by the frame galvanizing method using the resist frame 53. Although the seed layer is not formed on the resist residual section 55, since the thickness of the plating film which forms the up magnetic pole layer 13 is far thicker than the height of the resist residual section 55, a plating layer is overhung and formed on the resist residual section 55. The up magnetic pole layer 13 which the plating layer was formed also on the resist residual

section 55, and continued before and behind the resist residual section 55 by this is obtained.

[0048] Next, as shown in drawing 8 (c), with removal of the resist frame 53, the resist residual section 55 and the seed layer 51 which exists in these lower layers are removed, and the opening section 60 is formed. When wet etching removes the seed layer 51, the seed layer 51 can be removed without the seed layer 51 remaining in the bottom of the opening section 60. although the seed layer 51 may remain in the bottom of the opening section 60 in part when dry etching removes the seed layer 51 -- this -- electromagnetism -- the transfer characteristic is hardly influenced

[0049] Thus, since according to the form of this operation the opening section 60 is formed between the up magnetic pole layer 13 and the record gap layer 12 and the edge by the side of the ABS side 30 of this opening section 60 prescribed throat height The flow of the magnetic flux which goes to the record gap layer 12 through the up magnetic pole layer 13 can be smoothly changed near the edge by the side of the ABS side 30 of the opening section 60 (i.e., the throat height zero position TH0 near). consequently, the electromagnetism of a recording head -- the transfer characteristic, for example, an over-writing property, and NLTS can be raised

[0050]

[Effect of the Invention] according to this invention the above passage, the flow of the magnetic flux near [which constitutes step gap structure] the level difference section end face is changed smoothly -- making -- electromagnetism -- the transfer characteristic can be raised now

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 2] It is a process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 3] It is a process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 4] It is a process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 5] It is a process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the composition of the process cross section explaining the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention, and the thin film magnetic head.

[Drawing 7] It is drawing explaining the formation method of the opening section in the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 8] It is drawing explaining the formation method of the opening section in the manufacture method of the thin film magnetic head by the gestalt of 1 operation of this invention.

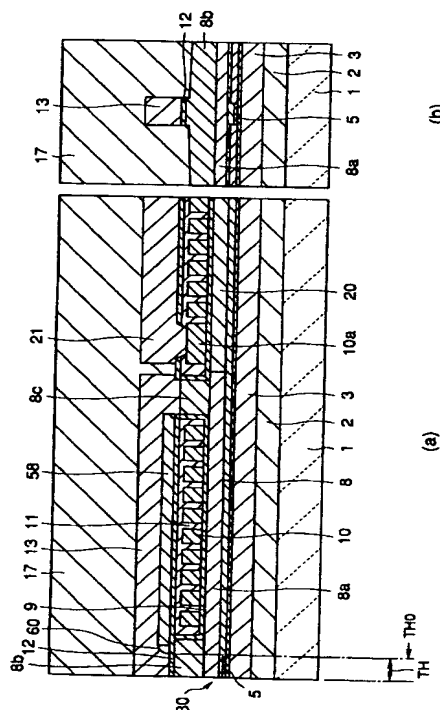
[Drawing 9] It is drawing explaining the manufacture method of the thin film magnetic head of the conventional step gap structure.

[Drawing 10] It is drawing explaining the manufacture method of the thin film magnetic head of the conventional step gap structure.

[Description of Notations]

1 Substrate
2 Insulating Layer
3 Lower Shield Layer
5 MR Element
8 Lower Magnetic Pole Layer
10 Thin Film Coil
11 Insulating Layer
12 Record Gap Layer
13 Up Magnetic Pole Layer
17 Overcoat Layer
51 Seed Layer
55 Resist Residual Section
58 Level Difference Section
59 End Face
60 Opening Section

[Translation done.]



【特許請求の範囲】

【請求項1】ABS面側に一方の磁極を有する下部磁極層と、

少なくとも前記一方の磁極上に形成されるギャップ層と、

前記ギャップ層上に形成され、前記ABS面側の端面がほぼ垂直に形成された非磁性体の段差部と、

前記端面に形成された空隙部と、

前記ギャップ層を介して前記一方の磁極と対向する他方の磁極を有し、少なくとも前記ギャップ層、前記空隙部、及び前記段差部上に形成され、前記下部磁極層と磁氣的に接続されて閉磁路を構成する上部磁極層と、前記上下磁極層の間に絶縁層を介して設けられた薄膜コイルとを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】請求項1記載の薄膜磁気ヘッドであって、スローハイトは、前記空隙部の前記ABS面側端部で規定されることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】請求項1又は2に記載の薄膜磁気ヘッドであって、

前記空隙部の前記ABS面側端部は、前記他方の磁極の前記ABS面と反対側の端部より、前記ABS面側に位置していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】請求項1乃至3のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッドであって、

前記上部磁極層の前記空隙部に面する側は、前記ギャップ層表面と前記段差部とを結ぶ傾斜面を有していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】ABS面側に一方の磁極を有する下部磁極層を基板上に形成する工程と、

前記下部磁極層上にギャップ層を形成する工程と、

前記ギャップ層上に、前記ABS面側の端面がほぼ垂直になる非磁性体の段差部を形成する工程と、

めっき処理のためのシード層を形成する工程と、

全面にポジ型レジストを塗布し、前記端面に前記レジストが残る露光量で露光してパターンニングする工程と、

前記端面に前記レジストが残されたレジストパターンをマスクとしてめっき処理し、前記ギャップ層を介して前記一方の磁極と対向する他方の磁極を有し前記下部磁極層と磁氣的に接続されて閉磁路を構成する上部磁極層を形成する工程と、

前記レジストパターン及びその下層の前記シード層を除去して、前記上部磁極層、前記ギャップ層、及び前記端面とで空隙部を形成する工程と、

前記上下磁極層の間に絶縁層を介して薄膜コイルを形成する工程とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘導型磁気記録ヘッドを備えた薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する

る。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の磁気ヘッドとして、データ再生に用いる磁気抵抗(Magnetoresistive; MR)ヘッドとデータ記録に用いる誘導型磁気ヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドが用いられている。

【0003】MRヘッドは、異方性磁気抵抗(Anisotropic Magnetoresistive; AMR)効果を用いたAMR素子、巨大磁気抵抗(Giant Magnetoresistive; GMR)効果を用いたGMR素子、さらに磁気抵抗効果を示すトンネル接合膜(Tunneling Magnetoresistive; TMR)を用いたTMR素子のいずれかを有している。磁気記録媒体の面記録密度が高くなるにつれてAMR素子からGMR素子、さらにTMR素子が用いられる。

【0004】これらMRヘッドの性能を決める一要因としてMRハイトの最適化がある。MRハイトは、磁気記録媒体の磁気記録面に対向するエアベアリング(Air Bearing Surface: ABS)面側端部から反対側の端部までのMR素子の高さであり、この高さはヘッド製造工程におけるABS面の研磨量に依存する。

【0005】誘導型磁気ヘッドは、狭いギャップを有するリング構造を半導体プロセスにより実現したものであり、絶縁膜を介して積層され、ABS面側にギャップ(write gap)を有して閉磁路を形成する上下磁極層と、上下磁極間の絶縁膜中に形成された薄膜コイルとを有している。薄膜コイルに流す記録電流によりヘッド材を高い磁束密度に磁化して、ギャップ上に所定の漏れ磁界を形成してデータを記録する。

【0006】誘導型磁気ヘッドの性能を決める一要因としてスロートハイト(Throat Height: TH)の最適化がある。スロートハイトは、ABS面から上記絶縁膜端部までの磁極の高さであり、この高さもヘッド製造工程におけるABS面の研磨量に依存する。記録ヘッドのヘッド効率を向上させるには、スロートハイトをできるだけ短くする必要がある。

【0007】記録密度を高めるには、磁気記録媒体のトラック密度を高くする必要がある。そのために、ABS面での磁極幅とギャップ幅を狭くした記録ヘッドを実現する必要があり、半導体加工技術が利用されている。

【0008】上述の複合型薄膜磁気ヘッドは、例えば、スパッタリング工程、フォトリソグラフィ工程、フレイムめっき工程、エッチング工程及び研磨工程等の複数の製造工程を経て製造される。以下、薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例としていわゆるステップギャップ構造を有する薄膜磁気ヘッドを用いて簡単に説明する。

【0009】まず、高硬度で耐摩耗性に優れる Al_2O_3

TiC (アルティック) 基板が用いられる。磁気ヘッドが完成するとこの基板自体が磁気ヘッドのスライダ本体として機能する。高硬度で耐摩耗性に優れる基板を用いるのは、ヘッドの浮上精度を確保するためと、正確なMRハイト及びスロートハイトを得るためである。さて、アルティック基板上に、密着性に優れる例えばクロム膜をスパッタリング等により成膜する。次いで、例えばパーマロイからなる下部シールド層を形成する。次いで、下部シールド層上に絶縁膜で挟まれたMR素子を形成する。

【0010】次に、パーマロイ等からなる上部シールド層を形成する。これにより、再生用のMRヘッドが完成する。上部シールド層は、記録用の誘導型磁気ヘッドの下部磁極層を兼ねている。次に、下部磁極層上に絶縁膜を介して銅等からなる薄膜コイルをフレームめっき法等により形成する。

【0011】次いで、薄膜コイルを絶縁膜で埋め込みんで平坦化させてから上層に記録ギャップ層を形成する。記録ギャップ層の形成から上部磁極層の形成までを図9及び図10を用いて簡単に説明する。図9及び図10に

20 (A) はABS面に垂直な断面であって、(B) のA-A線で切断した断面を示している。(B) はABS面近傍の一部平面を示している。まず、図9

(a) に示すように、記録ギャップ層112上にABS面側(図10(c)参照)の端面159がほぼ垂直になる非磁性体の段差部(ステップギャップ)158を形成する。

【0012】次に、図9(b)に示すように、めっき処理のためのシード層151を形成してから、図9(c)に示すように、全面にポジ型レジスト152を塗布して30 パターニングして、レジストフレーム153を形成する(図10(a)参照)。次に、図10(b)に示すように、形成されたレジストフレーム153を型にフレームめっき法を用いて例えばパーマロイからなるめっき膜を形成し、次いでレジストフレーム153を除去して上部磁極層113を形成する(図10(c)参照)。

【0013】以下、図示は省略するが、ABS面側の上部磁極層113をマスクにエッチングすることにより記録ギャップ層がパターニングされる。上部磁極層は記録ギャップ層の反対側でコイルを挟んで下部磁極層と磁気40 的に接続されて閉磁路を構成するように形成される。上部磁極層上層に保護膜を成膜して成膜工程が終了する。

【0014】次に、アルティック基板を数十個のヘッドを含む棒状基板に切断する。これら棒状基板のABS形成面を研磨して高さ数 μm 程度のスロートハイト出しを行う。ABS面を形成した後、棒状基板を切断して複数の薄膜磁気ヘッドが完成する

【0015】

【発明が解決しようとする課題】このように、ステップギャップ構造の薄膜磁気ヘッドは、例えば図10(c) 50

に示すようにABS面側の端面159がほぼ垂直に形成された非磁性体の段差部158を記録ギャップ層112上に形成する。ステップギャップ構造にすることにより、上部磁極層113をできるだけ平坦な面上に形成することができる。

【0016】また、ステップギャップ構造によれば、スロートハイトは、ABS面から段差部158の端面159までの高さとして規定される。ここで、段差部158の端面159の位置がスロートハイトゼロ(TH0)位置となる。そのため、不図示の下部磁極層と上部磁極層113との間の間隔は、ABS面からスロートハイトゼロ位置までは記録ギャップ層112の厚さに等しい一定の間隔になっており、スロートハイトゼロ位置(すなわち、端面159の位置)からABS面の反対側で急激に大きくなる。

【0017】ところが、このようにスロートハイトゼロ位置の近傍で下部磁極層と上部磁極層との間の間隔が急激に変化する構造では、磁極層を通して記録ギャップ層に向かう磁束の流れがスロートハイトゼロ位置の近傍で急激に変化する。そのため、スロートハイトゼロ位置の近傍で磁束が飽和し、薄膜磁気ヘッドの電磁変換特性が劣化してしまうという問題が生じる。電磁変換特性とは、具体的には、記録媒体上で既にデータを書き込んだある領域にデータを重ね書きする場合のオーバーライト特性や、非線形トランジションシフト(Non-linear Transition Shift; NLTS)等である。

【0018】本発明の目的は、電磁変換特性を向上させることができる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的は、ABS面側に一方の磁極を有する下部磁極層と、少なくとも前記一方の磁極上に形成されるギャップ層と、前記ギャップ層上に形成され、前記ABS面側の端面がほぼ垂直に形成された非磁性体の段差部と、前記端面に形成された空隙部と、前記ギャップ層を介して前記一方の磁極と対向する他方の磁極を有し、少なくとも前記ギャップ層、前記空隙部、及び前記段差部上に形成され、前記下部磁極層と磁気的に接続されて閉磁路を構成する上部磁極層と、前記上下磁極層の間に絶縁層を介して設けられた薄膜コイルとを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッドによって達成される。

【0020】上記本発明の薄膜磁気ヘッドであって、スロートハイトは、前記空隙部の前記ABS面側端部で規定されることを特徴とする。また、前記空隙部の前記ABS面側端部は、前記他方の磁極の前記ABS面と反対側の端部より、前記ABS面側に位置していることを特徴とする。また、上記本発明の薄膜磁気ヘッドであって、前記上部磁極層の前記空隙部に面する側は、前記ギ

ギャップ層表面と前記段差部とを結ぶ傾斜面を有していることを特徴とする。

【0021】また、上記目的は、ABS面側に一方の磁極を有する下部磁極層を基板上に形成する工程と、前記下部磁極層上にギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層上に、前記ABS面側の端面がほぼ垂直になる非磁性体の段差部を形成する工程と、めっき処理のためのシード層を形成する工程と、全面にポジ型レジストを塗布し、前記端面に前記レジストが残る露光量で露光してパターニングする工程と、前記端面に前記レジストが残されたレジストパターンをマスクとしてめっき処理し、前記ギャップ層を介して前記一方の磁極と対向する他方の磁極を有し前記下部磁極層と磁氣的に接続されて閉磁路を構成する上部磁極層を形成する工程と、前記レジストパターン及びその下層の前記シード層を除去して、前記上部磁極層、前記ギャップ層、及び前記端面とで空隙部を形成する工程と、前記上下磁極層の間に絶縁層を介して薄膜コイルを形成する工程とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法によって達成される。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッド及びその製造方法について図1乃至図8を用いて説明する。まず、本実施の形態による薄膜磁気ヘッド及びその製造方法について図1乃至図6を用いて説明する。なお、図1乃至図6において、(a)はABS面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のABS面に平行な断面を示している。

【0023】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、まず、図1に示すように、例えばアルミナ(Al_2O_3)からなる絶縁層2を例えば $\text{Al}_2\text{O}_3\text{TiC}$ からなるアルティック基板1上に約 $5\mu\text{m}$ の厚さに堆積する。次に、磁性材料、例えばパーマロイからなる再生ヘッド用の下部シールド層3を絶縁層2上に約 $3\mu\text{m}$ の厚さに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにしてめっき法により絶縁層2上に選択的に形成する。次に、基板全面に例えばアルミナからなる絶縁層(図示せず)を例えば $4\sim 5\mu\text{m}$ の厚さに形成し、例えばCMP(化学的機械研磨法)により下部シールド層3が露出するまで研磨し、表面を平坦化処理する。

【0024】次に、図2に示すように、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を例えば約 $20\sim 40\text{nm}$ の厚さで下部シールド層3上に形成する。次に、下部シールドギャップ膜4上に再生用のMR素子5を数十nmの厚さに形成する。MR素子5は、例えばスパッタ法で形成したMR膜を選択的にエッチングすることにより形成する。

【0025】次に、MR素子5と電氣的に接続する一対の電極層6を下部シールドギャップ膜4上に数十nmの厚さで形成する。次に、上部シールドギャップ膜7とし

て例えば厚さ約 $20\sim 40\text{nm}$ の絶縁膜を下部シールドギャップ膜4及びMR素子5上に形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。シールドギャップ膜4、7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等がある。また、シールドギャップ膜4、7は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長(CVD)法によって形成してもよい。アルミナ膜からなるシールドギャップ膜4、7をCVD法で形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)及び H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く且つ緻密でピンホールが少ないシールドギャップ膜4、7を形成することができる。

【0026】次に、約 $1.0\sim 1.5\mu\text{m}$ の厚さの磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層(以下、下部磁極層という)8の第1の部分8aを上部シールドギャップ膜7上に選択的に形成する。なお、下部磁極層8は、第1の部分8aと、後述する第2の部分8b及び第3の部分8cとで構成される。下部磁極層8の第1の部分8aは、後述する薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される。

【0027】次に、下部磁極層8の第2の部分8b及び第3の部分8cを下部磁極層8の第1の部分8a上に約 $1.5\sim 2.5\mu\text{m}$ の厚さに形成する。第2の部分8bは、下部磁極層8の磁極部分を形成し、第1の部分8aの薄膜コイルが形成される側(図において上側)の面に接続される。第3の部分8cは、第1の部分8aと後述する上部磁極層とを接続するための部分である。

【0028】下部磁極層8の第1の部分8a、第2の部分8b及び第3の部分8cは、 NiFe (Ni :80重量%、 Fe :20重量%)や、高飽和磁束密度材料である NiFe (Ni :45重量%、 Fe :55重量%)等を用いてめっき法により形成してもよいし、高飽和磁束密度材料である FeN 、 FeZrN 等の材料を用いてスパッタ法で形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料である CoFe 、 Co 系アモルファス材等を用いてもよい。

【0029】次に、図3に示すように、全体に、例えばアルミナからなる絶縁膜9を、約 $0.3\sim 0.6\mu\text{m}$ の厚さに形成する。次に、フォトレジストをフォトリソグラフィ工程によりパターニングして、薄膜コイルをフレームめっき法で形成するためのレジストフレーム19を形成する。次に、レジストフレーム19を用いて、フレームめっき法により例えば銅(Cu)からなる薄膜コイル10を例えば約 $1.0\sim 2.0\mu\text{m}$ の厚さ及び $1.2\sim 2.0\mu\text{m}$ のコイルピッチで形成する。次に、レジストフレーム19を除去する。なお、接続部10aは、薄膜コイル10を後述する導電層(リード)と接続するために用いる。

【0030】次に、図4に示すように、全体に、例えばアルミナからなる絶縁層11を約3～4 μ mの厚さに形成する。次に、例えばCMPにより下部磁極層8の第2の部分8b及び第3の部分8cが露出するまで、絶縁層11を研磨して表面を平坦化処理する。ここで、図4では、薄膜コイル10は露出していないが、薄膜コイル10が露出するようにしてもよい。

【0031】次に、露出した下部磁極層8の第2の部分8b及び第3の部分8cと絶縁層11上に、絶縁材料からなる記録ギャップ層12を例えば0.2～0.3 μ mの厚さに形成する。記録ギャップ層12に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等がある。また、記録ギャップ層12は、スパッタ法によって形成してもよいし、CVD法によって形成してもよい。アルミナ膜からなる記録ギャップ層12をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)及び H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く且つ緻密でピンホールの少ない記録ギャップ層12を形成することができる。

【0032】次に、閉磁路形成のために、下部磁極層8の第3の部分8c上において、記録ギャップ層12を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。また、薄膜コイル10の接続部10a上の部分において、記録ギャップ層12及び絶縁層11を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0033】次に、図5に示すように、ABS面30側ではほぼ垂直に屹立する端面59を有し厚さ0.5 μ m程度の非磁性体からなる段差部58を記録ギャップ層12上に形成する。本例では、ABS面30側から所定距離にある端面59から第3の部分8c直前まで段差部58を形成する。

【0034】次に、記録ギャップ層12上で端面59に隣接する空隙部60を形成する。空隙部60の形成については後程図面を用いて詳述する。

【0035】次に、ABS面30から下部磁極層8の第3の部分8c上にかけて上部磁極層13を約2.0～3.0 μ mの厚さに形成すると共に、薄膜コイル10の接続部10aに接続されるように導電層21を約2.0～3.0 μ mの厚さに形成する。上部磁極層13は、下部磁極層8の第3の部分8c上に形成されたコンタクトホールを介して、下部磁極層8の第3の部分8cに接続され、磁氣的に接続される。

【0036】上述のように、空隙部60は、ABS面30から離れた所定の位置において上部磁極層13、記録ギャップ層12、及び段差部58の端面59とで空隙を形成している。空隙部60のABS面30側の端部によってスロートハイトが規定される。このため、空隙部60のABS面30側の端部は、下部磁極層8の第2の部

分8bのABS面30とは反対側の端部よりもABS面30側の位置に形成する。上部磁極層13の空隙部60に面する側は、記録ギャップ層12表面と段差部58とを結ぶ傾斜面を有している。この傾斜面は、直線状あるいは曲線状に形成され、好ましくは、ABS面30に平行で且つ記録ギャップ層12に平行な軸を中心とした円筒面の一部をなすような形状に形成する。

【0037】上部磁極層13は、NiFe(Ni:80重量%、Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%、Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN、FeZrN等の材料を用い、スパッタ法によって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe、Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層13を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを幾層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0038】次に、上部磁極層13をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層12を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、 BCl_2 、 Cl_2 等の塩素系ガスや、 CF_4 、 SF_6 等のフッ素系ガス等を用いた反応性イオンエッチング(RIE)が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層8の第2の部分8bを選択的に約0.3～0.6 μ m程度エッチングして、図5(b)に示すようなトリム構造を形成する。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効的なトラック幅の増加を防止することができる。

【0039】次に、図6に示すように、基板全面に例えばアルミナからなるオーバーコート層17を20～40 μ mの厚さに形成してから平坦化し、その上に不図示の電極用パッドを形成する。最後に上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッド及び再生ヘッドのABS面30を形成して薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0040】ここで、図6を用いて本実施の形態による薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。本実施形態による薄膜磁気ヘッドは、ABS面30側に一方の磁極を有する下部磁性層8と、一方の磁極上に形成される記録ギャップ層12とを有している。さらに、記録ギャップ層12上に形成され、ABS面30側の端面59がほぼ垂直に形成された非磁性体の段差部58を有している。

【0041】そして、端面59には空隙部60が形成されている。記録ギャップ層12、空隙部60、及び段差部58上には、記録ギャップ層12を介して一方の磁極と対向する他方の磁極を有し、下部磁極層8と磁氣的に接続されて閉磁路を構成する上部磁極層13が形成されている。また、上下磁極層8、13間には絶縁層11を介して薄膜コイル10が形成されている。

【0042】図6において、符号THはスロートハイト

を示しTH0はスロートハイトゼロ位置を示している。本実施形態においては、TH0は空隙部60のABS30面側端部で規定される。空隙部60のABS面30側の端部は、下部磁極層8の第2の部分8bのABS面30とは反対側の端部よりもABS面30側の位置に配置されている。また、上部磁極層13の空隙部60に面する側は、記録ギャップ層12表面と段差部58とを結ぶ傾斜面を有している。

【0043】次に、図7及び図8を用いて、空隙部60及び上部磁極層13の形成方法について説明する。図7及び図8において、(A)はABS面に垂直な断面であって、(B)のA-A線で切断した断面を示している。

(B)はABS面近傍の一部平面を示している。

【0044】まず、図7(a)の(B)に示す平面図の下方側に形成されるABS面(図8(c)(B)参照)側にはほぼ垂直に屹立する端面59を有する厚さ0.5μm程度の非磁性体からなる段差部58を記録ギャップ層12上に形成する。次に、図7(b)に示すように、記録ギャップ層12及び段差部58上にめっき用のシード層(電極膜)51を形成する。

【0045】次に、図7(c)に示すように、シード層51上にポジ型のレジスト層52を形成する。次に、フォトマスクMを用いてレジスト層52を露光する。フォトマスクMは、上部磁極層13をフレームめっき法によって形成するためのレジストフレームの形状に対応した遮光パターンを有している。このとき、段差部58の端面59にレジスト層が残るように露光量を調節して露光する。

【0046】レジスト層52の露光後、現像して、図8(a)に示すように、シード層51上にレジストフレーム53を形成すると共に、段差部58の端面59のシード層51上の空隙部に対応する位置にレジスト残存部55を形成する。レジスト残存部55は、ABS面側の端部がスロートハイトゼロ位置TH0に配置されるように形成する。

【0047】次に、図8(b)に示すように、レジストフレーム53を用いてフレームめっき法により上部磁極層13を形成する。レジスト残存部55上にシード層は形成されていないが、上部磁極層13を形成するめっき膜の厚さは、レジスト残存部55の高さよりもはるかに厚いため、めっき層はレジスト残存部55上にオーバーハングして形成される。これにより、レジスト残存部55上にもめっき層が形成されてレジスト残存部55の前後で連続した上部磁極層13が得られる。

【0048】次に、図8(c)に示すように、レジストフレーム53の除去と共にレジスト残存部55とこれらの下層に存在するシード層51とを除去して空隙部60を形成する。シード層51をウェットエッチングによって除去する場合には、空隙部60の下にシード層51が残ることなくシード層51を除去することができる。シ

ード層51をドライエッチングによって除去する場合には、空隙部60の下にシード層51が一部残る場合があるが、これは電磁変換特性にはほとんど影響しない。

【0049】このように本実施の形態によれば、上部磁極層13と記録ギャップ層12との間に空隙部60を形成し、この空隙部60のABS面30側の端部によってスロートハイトを規定するようにしたので、上部磁極層13を通して記録ギャップ層12に向かう磁束の流れを、空隙部60のABS面30側の端部近傍、すなわちスロートハイトゼロ位置TH0の近傍で滑らかに変化させることができる。その結果、記録ヘッドの電磁変換特性、例えばオーバーライト特性やNLTSを向上させることができる。

【0050】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、ステップギャップ構造を構成する段差部端面近傍の磁束の流れを滑らかに変化させて電磁変換特性を向上させることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【図3】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【図4】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【図5】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面図である。

【図6】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する工程断面及び薄膜磁気ヘッドの構成を示す図である。

【図7】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法における空隙部の形成方法を説明する図である。

【図8】本発明の一実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法における空隙部の形成方法を説明する図である。

【図9】従来のステップギャップ構造の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図である。

【図10】従来のステップギャップ構造の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図である。

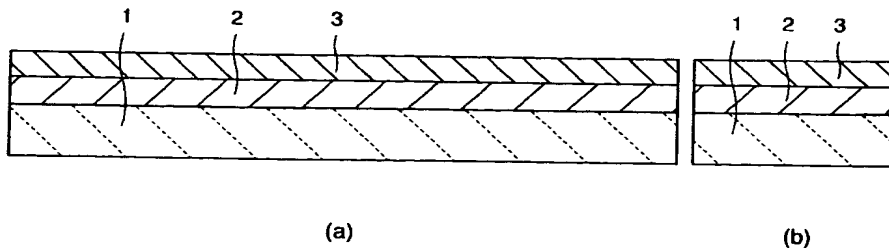
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 絶縁層
- 3 下部シールド層
- 5 MR素子
- 8 下部磁極層
- 10 薄膜コイル
- 11 絶縁層

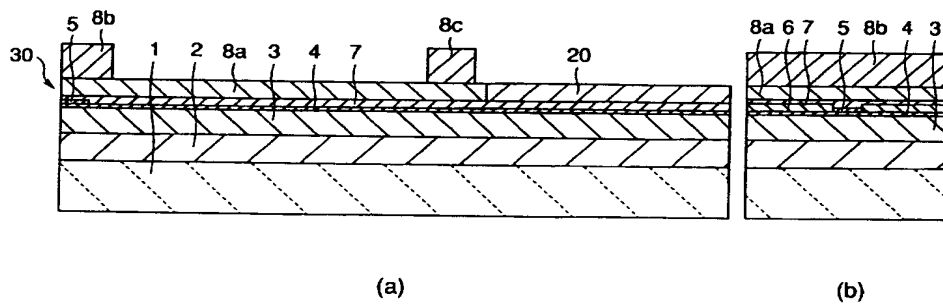
12 記録ギャップ層
13 上部磁極層
17 オーバーコート層
51 シード層

55 レジスト残存部
58 段差部
59 端面
60 空隙部

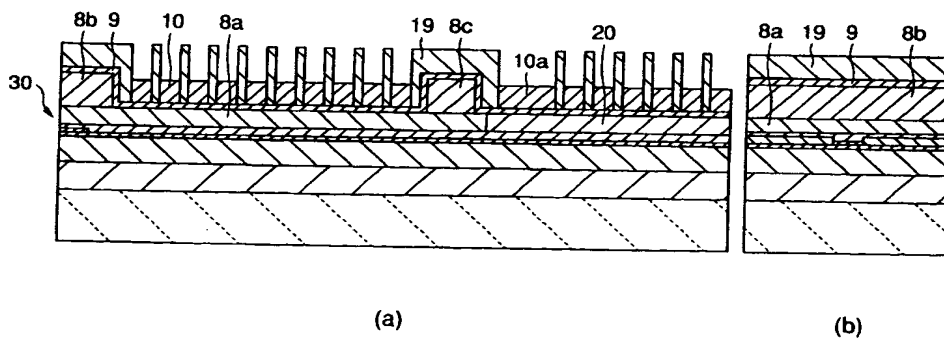
【図1】



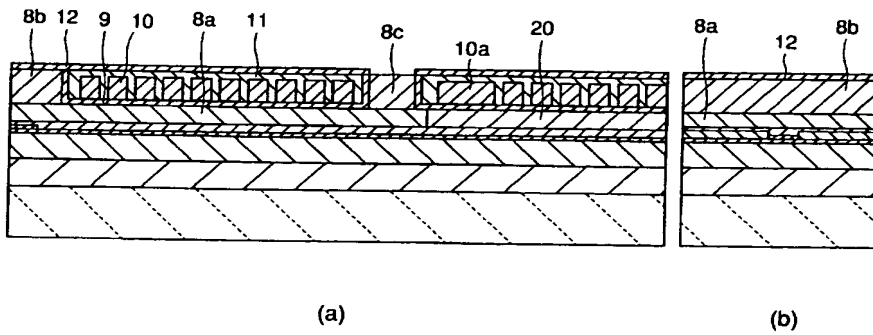
【図2】



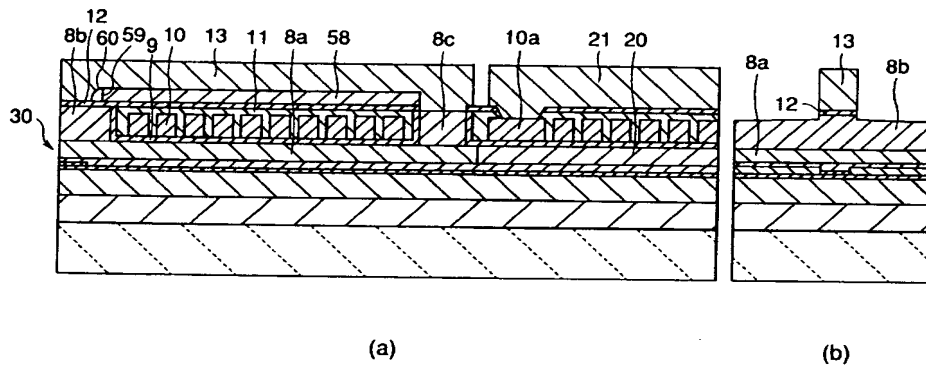
【図3】



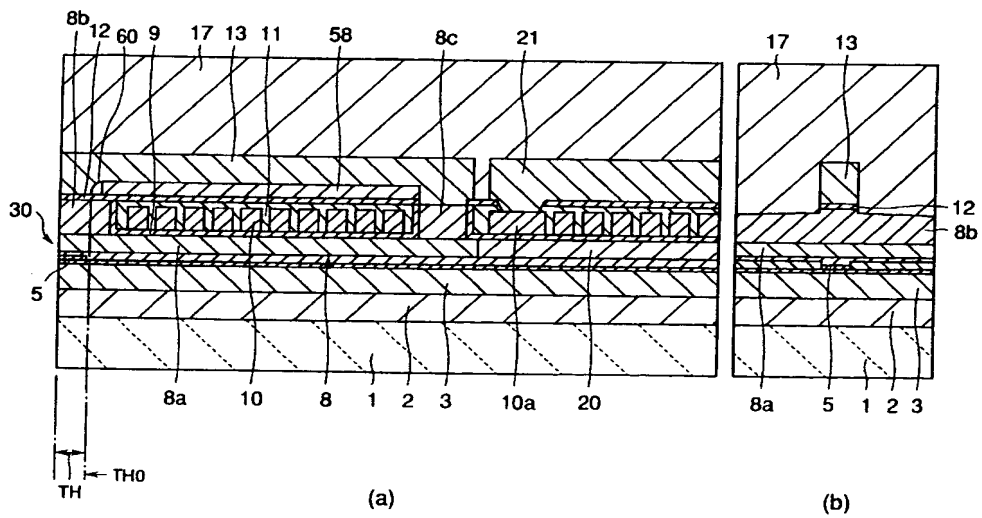
【図 4】



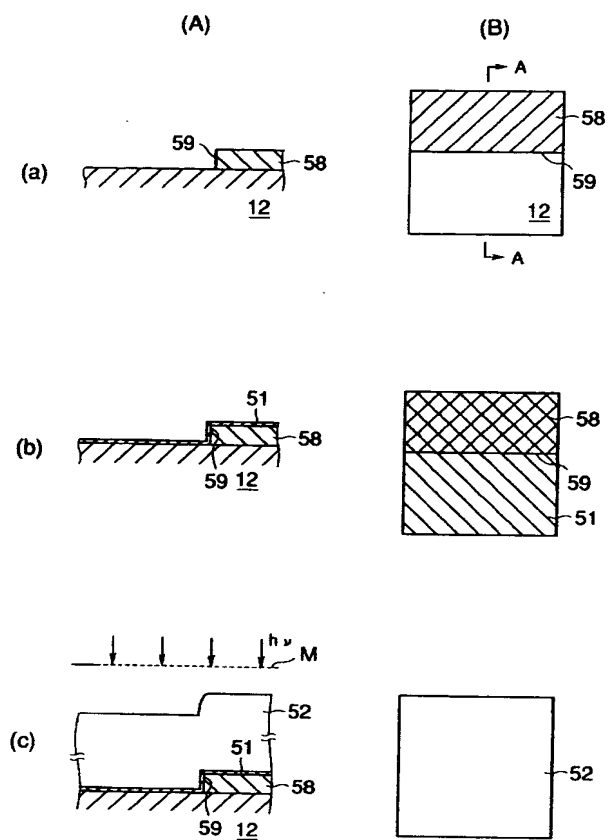
【図 5】



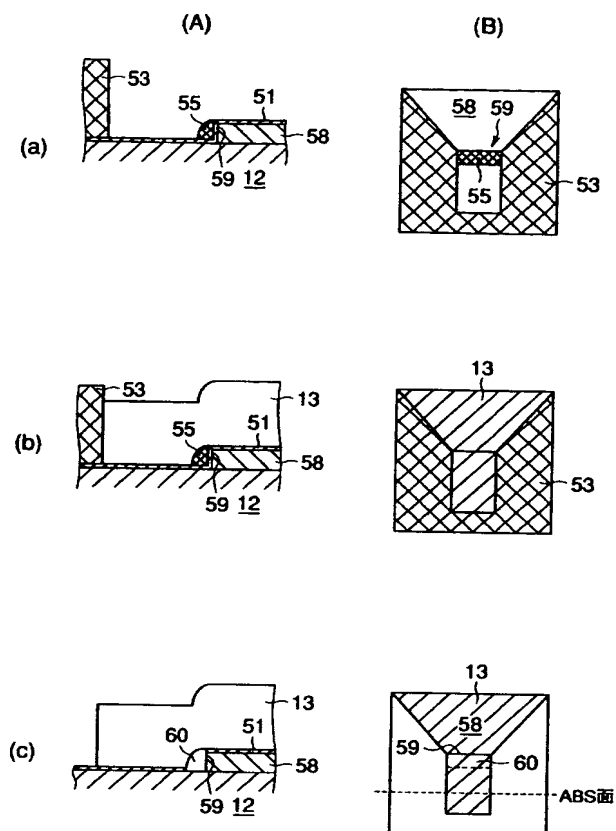
【図 6】



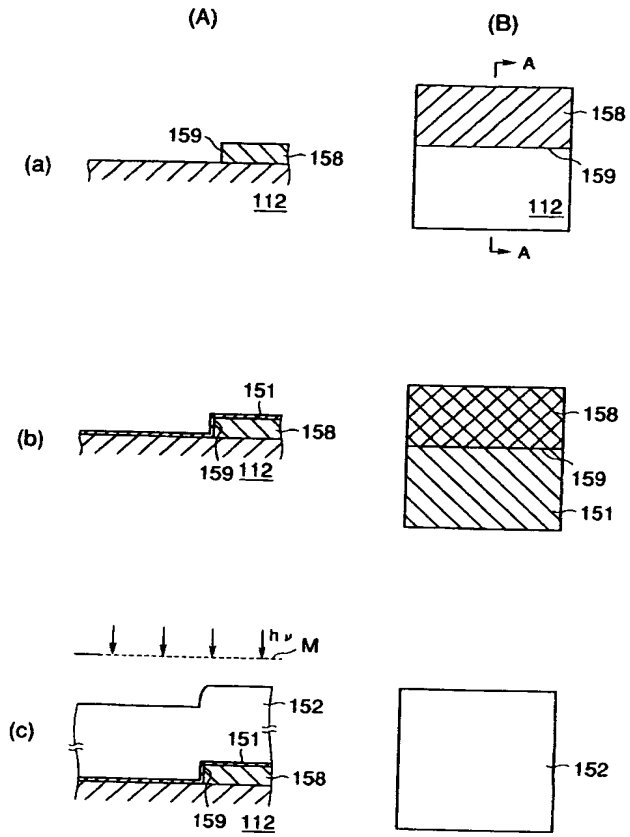
【図 7】



【図 8】



【図9】



【図10】

